

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO
INŽINIERSTVA**

1131941

**OHROZENOSŤ PÔD ÚČINKAMI VETERNEJ ERÓZIE
VO VOJVODINE**

2011

Jaroslav Bažík

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO
INŽINIERSTVA**

**OHROZENOSŤ PÔD ÚČINKAMI VETERNEJ ERÓZIE
VO VOJVODINE**

Bakalárska práca

Študijný program:	Pozemkové úpravy a geografické informačné systémy
Študijný odbor:	4127700 krajinárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav
Školiteľ:	prof. Ing. Jozef Stred'anský, DrSc.

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Jaroslav Bažík vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Ohrozenosť pôd účinkami veternej erózie vo Vojvodine“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 26. mája 2011

Jaroslav Bažík

Pod'akovanie

Touto cestou sa chcem pod'akovať pánovi prof. Ing. Jozefovi Stred'anskému, DrSc. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

Tiež ďakujem pánovi prof. Dr. Radovanovi Savićovi a pánovi Pavlovi Benkovi, z Poľnohospodárskej fakulty, Univerzity v Novom Sade, v Srbsku, za poukázanú ochotu a poskytnutú pomoc pre spracovanie potrebných údajov.

Abstrakt

Veterná erózia predstavuje zložitý fyzický proces, ktorý ohrozuje životné prostredie, predovšetkým obrábateľnú pôdu. Prírodné a antropogénne podmienky Vojvodiny zodpovedajú výskytu a vývinu veternej erózie. Negatívne účinky sa prejavujú najmä v poľnohospodárstve, ale aj v iných odvetviach. Cieľom tejto práce je zhrnutie poznatkov o veternej erózii, a to hlavne príčin jej vzniku, faktorov, ktoré ju ovplyvňujú a ochranných opatrení, ktoré sa používajú na zmiernenie erózie a predchádzaniu jej vzniku. Práca rieši problematiku veternej erózie na území Vojvodiny v Srbsku. Výskumy, ktoré sú vykonávané vo Vojvodine, poukazujú na to, že je veterná erózia prítomná vo veľkých rozmeroch, buď slabej alebo silnej intenzity. Kontinentálna klíma priestranej Panonskej nížiny s častými, silnými a suchými vetrami rýchlosti aj viac ako 40 m/s, ročnými zrážkami niekedy menej ako 400 mm, veľkými teplotnými amplitúdami, výrazne rovinným a mierne zvlneným reliéfom, nedostatočnou a zle rozloženou lesnatosťou, veľkými plochami obrábateľných plôch, ktoré sú občas bez vegetačného krytu a ktoré pri intenzívnej poľnohospodárskej výrobe môžu byť výrazne erodovateľné, lebo dochádza k nadmernému drobeniu povrchovej vrstvy pôdy, sceľovanie poľnohospodárskych parciel s ničením vegetácie na niekdajších medziach, relatívne malé plochy pod systémami zavlažovania, viacročné extrémne suché obdobie, sú len niektoré faktory, ktoré jasne ukazujú na to, že je potenciál ohrozenia pôd vo Vojvodine veľmi veľký, a zvlášť celkov, ako čo sú Suboticko-Horgošská a Deliblatská piesčina. Preto je potrebné proces veternej erózie zaradiť medzi faktory degradácie nie len pôdy, ale aj celého agroekosystému.

Kľúčové slová: veterná erózia, degradácia pôdy, intenzita erózie

Abstract

Wind erosion is a complex physical process, which endangers the environment, especially cultivated land. Natural and anthropogenic conditions in Vojvodina are favorable for the initiation and development of wind erosion. Negative effects are manifested mainly in agriculture, but also in other sectors. The aim of this work is to summary of knowledge of wind erosion, and especially its causes, factors affecting it, and safeguards which are used to mitigate erosion and to prevent its occurrence. This work solves the problem of wind erosion on the territory of Vojvodina in Serbia. Field researches, which are carried out in Vojvodina, point out that wind erosion is present in large dimensions, either weak or strong intensity. The continental climate of the spacious Pannonian plains with frequent, strong and dry winds speed of more than 40 m/s, sometimes annual rainfall less than 400 mm, large temperature amplitudes, markedly flat and slightly undulating landscape, insufficient and inappropriately distributed forest area, large areas of cultivated land which are sometimes without vegetation covers and which under intensive agriculture production can be significantly erodible, land consolidations with destroying vegetation on the former bounds, relatively small area under irrigation system, are just some of the factors that clearly indicating, that the potential hazard of soil in Vojvodina are very large and especially units, such as the Suboticko-Horgošská and Deliblatská sandbar. Therefor is necessary to integrate the process of wind erosion including the factors of degradation not only land but also the entire agroecosystem.

Key words: wind erosion, soil degradation, erosion intensity

Obsah

Obsah	6
Úvod	7
1 Prehľad riešenej problematiky	9
1.1 Erózia pôdy	9
1.2 Členenie erózie.....	10
1.3 Veterná erózia	11
1.4 Pohyb pôdných častíc	12
1.5 Faktory ovplyvňujúce veternú eróziu	16
1.5.1 Topografické faktory.....	17
1.5.2 Klimatické faktory	17
1.5.3 Pôdne faktory	18
1.5.4 Vegetačné faktory	19
1.5.5 Antropogénne faktory	19
1.6 Ochranné opatrenia proti veternej erózie.....	20
1.6.1 Organizačné opatrenia.....	20
1.6.2 Agrotechnické opatrenia.....	22
1.6.3 Technické opatrenia	24
2 Cieľ práce	26
3 Materiál a metodika práce	27
3.1 Materiál práce	27
3.1.1 Charakteristika záujmového územia	27
3.1.2 Topografické pomery	28
3.1.3 Klimatické pomery.....	28
3.1.4 Pôdne pomery	30
3.1.5 Vegetačné pomery.....	31
3.1.6 Antropogénne pomery.....	32
3.2 Metodika práce.....	32
4 Výsledky práce	33
4.1 Ohrozenosť pôd veternou eróziou vo Vojvodine	33
4.2 Metódy výskumu veternej erózie vo Vojvodine	34
4.3 Ochranné opatrenia.....	36
Záver	38
Zoznam použitej literatúry	40

Úvod

Je známe, že existujú rozsiahle oblasti na severe Báčky a v južnom Banáte pokryté pieskom, ktorý sa občas stáva „nepokojný“ a zapríčiňuje rad nepriaznivých následkov. Aby sa tieto nepriaznivé následky zmenšili, potrebné je zistiť poznatky o tom, prečo je piesok taký nepokojný a ktoré opatrenia treba podniknúť na jeho upokojenie.

Hlavným „vinníkom“ pohybu pieska je vietor, ale aj mnohé iné faktory, vrátane človeka. Problémy s pohyblivým pieskom sú prítomné už oddávna a riešenie týchto problémov nebolo vždy úspešné, a tak boj vetra, piesku a človeka ešte vždy pretrváva. V riešení týchto problémov osobitné miesto zaberajú výskumy v oblasti procesu veternej erózie.

Zo všetkých prírodných zdrojov, málo je takých, ktoré sú tak nevyhnutné človeku na prežitie, ako je pôda. Prekrývajúcu pevnú materskú horninu v relatívne tenkej vrstve tento produkt, zmes organickej a neorganickej hmoty rastlinného a živočíšneho pôvodu, spolu so slnečným svetlom, vzduchom a vodou, tvoria štyri základné prvky pre podmienky života na našej planéte. Vznik pôdnej vrstvy z materskej horniny sa odohráva veľmi pomaly, cez procesy pedogenézy, pôsobením klimatických faktorov, reliéfu, vody, vzduchu a živých organizmov. Stále väčší počet ľudí na Zemi, zrýchlená urbanizácia, priemyselňovanie ap., spôsobuje deštrukciu a degradáciu pôdy, respektíve priame zmenšovanie obrábatelných plôch a zároveň znižuje jej plodnosť. Medzi všetky faktory, ktoré zapríčiňujú degradáciu pôdy, patrí aj proces veternej erózie.

Veterná erózia je veľmi zložitý fyzikálny proces, ktorý sa odohráva na povrchu pôdy pod vplyvom vetra a zahrňuje nasledovné fázy: začiatok pohybu, transport a ukladanie pôdnych častíc rôznej veľkosti a zloženia. Intenzita veternej erózie závisí najmä od rýchlosti vetra, vlastností povrchovej vrstvy pôdy, vegetácie v oblasti vystavenej pôsobeniu vetra.

Všetky tri fázy procesu veternej erózie spôsobujú veľké škody, najmä v poľnohospodárstve, lesníctve, vodohospodárstve, doprave, zdravotníctve a v životnom prostredí.

Škody zapríčinené odnosom pôdy a jej ukladaním môžu byť priame alebo nepriame, pričom sú priame škody viditeľné na priestoroch, ktoré sú bezprostredne vystavené spomenutým procesom, kým sú nepriame škody viditeľné aj na širších priestoroch, často s dlhým meškaním.

Na podniknutie protieróznej ochrany veľký význam má aj analýza, t. j. prognóza potencionálnych (možných) škôd, ktoré sa v budúcnosti na určitom území môžu vyskytovať.

Najzávažnejšie škody vyvolané veternou eróziou sa odzrkadľujú nasledovnými javmi:

- odnášanie a degradácia najúrodnejšej povrchovej vrstvy pôdy;
- zasýpanie produktívnej pôdy neplodným veterným nánosom;
- odvievanie semena, priemyselných hnojív a ochranných látok z poľnohospodárskej a lesnej pôdy;
- poškodenie osevu, sadeníc a inej vegetácie v dôsledku odvievania pôdy, deponovania nánosov a údermi pohyblivých častíc veterného nánosu;
- zasýpanie vodohospodárskych objektov: kanálov, rybníkov a iných vodných plôch veterným nánosom;
- zasýpanie komunikácií a sprevádzajúcich objektov veterným nánosom;
- transportovanie veterným nánosom rôznych chemických a iných látok, ktoré nepriaznivo pôsobia na ľudí, flóru a faunu;
- poškodenie a skrátenie trvanlivej doby rôznych druhov náradí, strojov, zariadení a vybavení vystavených priamemu pôsobeniu častíc veterného prúdu.

Na území Vojvodiny sú najzávažnejšie škody spôsobené veternou eróziou v oblastiach Deliblatskej a Suboticko-Horgošskej piesčiny.

1 Prehľad riešenej problematiky

1.1 Erózia pôdy

Erózia je veľmi zložitý fyzický proces, v ktorom pri pôsobení síl, vyvolaných pohybom vody alebo vzduchových mäs, vznikajú deštruktívne zmeny na povrchovej vrstve pôdy. Pod vplyvom vody alebo vetra na pôdu náchylnú na eróziu, dochádza k odtrhnutiu a začiatku pohybu častíc pôdneho substrátu rôznych tvarov a veľkostí, potom k ich transportovaniu na určitú vzdialenosť a nakoniec k sedimentácii unášaných častíc. Tieto komponenty predstavujú súčasné časti jedného istého, komplexného a prírodného procesu, ktorý nevyhnutne vyžaduje integrálny prístup k riešeniu problému erózie a sedimentov (Letić et al., 2001).

Erózia pôdy (z latinského slova *erodere*, t. j. rozhlodávať) znamená činnosť erózných činiteľov (voda, vietor, ľad sneh, človek), ktoré spôsobujú rozrušovanie vrchnej vrstvy pôdy a jej premiestňovanie do iných polôh, kde zároveň dochádza k ich akumulácii vo forme nánosov (Antal, 2005).

Pôdna erózia je prirodzený proces a ľudskou činnosťou, najmä poľnohospodárskou, môže byť urýchľovaný alebo spomaľovaný. Toto urýchľovanie alebo spomaľovanie súvisí s používanými poľnohospodárskymi sústavami. Na poľnohospodárskych pôdach je pôdna erózia dôsledkom straty hmoty orníčného horizontu (vo väčšej intenzite aj podornice) a samým tým aj priorávanie podpovrchových horizontov do ornice. S tým súvisí aj zmena fyzikálnych ale aj chemických vlastností pôdy (Juráni, 2000).

Erózia pôdy je forma fyzikálnej degradácie pôdy, ktorá v značnej miere ovplyvňuje kvalitu jednotlivých zložiek životného prostredia. Treba si uvedomiť, že je to závažný degradačný proces, ktorý najčastejšie spôsobuje odnos jemnozeme a môže to viesť až k zániku pôdy (Ilavská et al., 2000).

Ako Stred'anská (1999) uvádza, medzi hlavné príčiny vzniku erózie, ktoré možno ovplyvniť, patria:

- nevhodná organizácia poľnohospodárskeho pôdneho fondu;
- nadmerná výmera honov v osevných postupoch;
- likvidácia protierózne účinných stupňov, medzí, priekop;
- nadmerné spádové rozmery honov;

-
- nesprávne situovanie honov z hľadiska tvaru, sklonitosti terénu, smerovej orientácie;
 - otvorenosť krajiny vplyvu cudzích vôd;
 - žiadny alebo slabý zápoj vegetačného krytu na pôde;
 - nevhodná štruktúra plodín v osevných postupoch a nesprávne striedanie plodín;
 - nesprávne vykonávanie kultivačných technológií;
 - zhoršená štruktúra pôdy a fyzikálno-chemických vlastností pôdy;
 - nevyužívanie priamej sejby do strniska predplodiny a na jar do porastov vymrzajúcich plodín zasiatych na jeseň.

1.2 Členenie erózie

Domáci a zahraniční autori členia eróziu podľa rôznych faktorov, a preto eróziu možno členiť z viacerých hľadísk.

V najširšom slova zmysle Zachar (1970) delí eróziu na prirodzenú a antropogénnu. Prirodzená erózia je tá, ktorá prebieha v prirodzených podmienkach, kým antropogénna je spôsobená človekom. Ďalej autor prirodzenú eróziu člení na normálnu a abnormálnu, a antropogénnu rozdeľuje na urýchlenú a spomalenú.

Podľa intenzity v priebehu určitého časového obdobia Antal (1990) člení eróziu na normálnu a zrýchlenú. Účinkami normálnej erózie reliéf územia sa neustále pretvára, a to za neporušených prírodných podmienok. Na rozdiel od normálnej erózie, pri ktorej procesy prebiehajú postupne a pomaly, pri zrýchlenej erózii sa odnáša veľké množstvo, často až katastrofálne, vrchnej, humusom obohatenej vrstvy. To spôsobuje obnažovanie spodných vrstiev pôdy, čo má za následok znehodnocovanie pôdy a znižovanie jej úrodnosti.

Podľa činiteľov, ktoré spôsobujú eróznou činnosť, Antal (2005) člení eróziu na:

- eróziu vodnú (akvatickú);
- eróziu veternú (eolickú);
- eróziu ľadovcovú (glaciálnu);
- eróziu snehovú (niválnu);
- eróziu zemnú (siligénnu);
- eróziu antropogénnu.

Tieto druhy erózie sa v krajine môžu vyskytovať buď samostatne, alebo v rôznych kombináciach a môžu mať rôzny stupeň vzniku, priebehu, škodlivosti a intenzity.

Podľa časových období, v ktorých erózne procesy prebiehali a ešte stále prebiehajú, možno eróziu rozlíšiť na (Antal, 1990):

- eróziu historickú (pravekú);
- eróziu súčasnú.

Tieto dve skupiny erózie rozlišujeme, pretože vzniknuté erózne útvary sú od seba odlišné, aj napriek tomu, že sa navzájom ovplyvňujú a súvisia. Historickou eróziou boli vytvorené už ustálené tvary územného reliéfu, ktoré sú účinkami súčasnej erózie znovu rozrušované, modelované a členené.

1.3 Veterná erózia

Podstata veternej erózie (eolickej) spočíva v rozrušovaní pôdneho povrchu mechanickou silou vetra (abrázia), v premiestňovaní a odnášaní pôdnych častíc (agregátov) vetrom (defláciou) a ich ukladaní na inom mieste (akumulácia). Veterná erózia je fyzikálny jav a je priamo ovplyvňovaná fyzikálnymi vlastnosťami pôdy, kinetickou energiou a mnohými ďalšími faktormi (Stred'anský, 1993b).

Vo svetových rozmeroch veterná erózia predstavuje faktor, ktorý v najväčšej miere ohrozuje pôdu. Podľa Oldemana – Hakkelinga – Sombroeka (1990) je z celkovej výmery ornej pôdy okolo 28 % vážne ohrozené touto eróziou. Aj keď sa výskyt veternej erózie najčastejšie spája s oblasťami, na ktorých sa vyskytuje vo veľkých rozmeroch a kde sú už viditeľné následky (napr. púštne oblasti), netreba stratiť zo zreteľa skutočnosť, že sú procesy veternej erózie prítomné na všetkých pôdach, a zvlášť tam, kde sú rozľahlé roviny a nechránené pôdy. Tieto procesy nie sú vždy viditeľné v kratších časových intervaloch, lebo pôsobia pomaly, utajene, takmer nebadateľne, a na orných pôdach sa prejavujú slabšou a nepravidelnou úrodou, ktorá sa veľmi ľahko môže pripísať k niektorým iným faktorom (napr. zlá kvalita semena, nepriaznivé klimatické podmienky, výskyt škodcov a chorôb a iné) (Letić et al., 2001).

Veterná erózia spôsobuje škody na poľnohospodárskej pôde, a to odnosom pôdnych častíc a hnojív, taktiež aj obnažovaním korieňkov rastlín a presekávaním jemných stoniek mladých rastlín vetrom unášanými zrnkami pôdy. Zeminou unášanou vetrom sú zanášané priekopy, komunikácie a podobne. Veternou eróziou sú z pôdy

najskôr vyvievané jemné častice, medzi ktorými je veľké množstvo hnojív. Takým spôsobom sa vetrom erodovaná pôda ochudobňuje o tieto častice a pôda sa stáva viac hrubozrnnejšia, pričom sa mení aj jej chemický stav (Pasák, 1967).

Pôdy poškodené eróziou sa vyznačujú ochudobnenou ornou, zmenšeným humusovým horizontom, ochudobnením pôdy o humus a živiny a znížením biologickej aktivity. To všetko sa na pôde prejavuje tým spôsobom, že dochádza do zvýšenia náchylnosti erodovanej pôdy k vysychaniu, ale aj k zhutneniu a k tvorbe pôdneho príušku (Hlušičková – Lhotský, 1994).

1.4 Pohyb pôdnych častíc

Veterná erózia sa javí na priestoroch, kde vietor disponuje s dostatočnou kinetickou energiou na to, aby dal do pohybu častice pôdy, ale aj tam, kde transportná schopnosť vetra oslabuje a dochádza do sedimentácii erodovaných častíc (Frevert et al., 1955).

Zložitosť tohto procesu sa odráža v tom, že sa on uskutočňuje vo viacerých fázach (odtrhnutie, začiatok pohybu, transport, rozmiestnenie, abrázia, lavína, ukladanie, upevnenie a stabilizácia), ale aj v tom, že na neho vplyvajú rôzne prírodné a antropogénne faktory (Kohnke – Bertrand, 1972).

Krátky popis jednotlivých fáz tohto procesu uvádza Chepil (1946):

- rozdrobenie (drobenie) pôdy a odtrhnutie častíc vzniká dôsledkom pôsobenia mrazov, striedavého zvlhčovania a sušenia pôdy, pôsobenie dažďových kvapiek, obrábanie pôdy, šliapaním a iné.
- začiatok pohybu najčastejšie začína posuvom výrazne erodovateľných častíc, ktorých priemer je 0,1 – 0,5 mm.
- transport častíc vetrom, t. j. ich premiestnením z jedného miesta na iné, uskutočňuje sa gúľaním, kotúľaním, saltáciou (skokmi) alebo vznášaním sa vo vzduchu (suspenziou).
- rozmiestnenie častíc počas pohybu v dôsledku rôznej veľkosti, hustoty a tvaru.
- abrázia je proces, pri ktorom unášané častice udierajú o pôdne agregáty a zároveň ich aj rozbíjajú na menšie, až do veľkosti keď môžu byť aj ony samé unášané vetrom.
- lavína alebo zväčšenie intenzity erózie nastáva takým spôsobom, že pôdne častice, ktoré padajú na povrch pôdy, uvádzajú do pohybu iné častice.

-
- ukladanie (sedimentácia) veterného nánosu nastáva vtedy, keď transportná schopnosť vetra, v dôsledku zmenšenia rýchlosti, oslabuje pod kritickú hodnotu pre určitý druh unášaných častíc.
 - upevnenie a stabilizácia povrchu nastáva po sedimentácii, ak jestvujú potrebné podmienky (vlhkosť pôdy, organické látky v pôde, mikrobiologická aktivita, vegetácia ap.).

V závislosti od charakteristiky vybraných častíc (veľkosť, tvar a hmotnosť) a vetra (rýchlosť a sklon) častice sa zdvíhajú do výšky 15 – 30 cm, a niekedy aj vyššie. Pri výstupe častíc do vyšších vrstiev vzdušnej masy, rýchlosť rotácie častíc sa znižuje a častice postupne strácajú vertikálny impulz. Ale aj napriek tomu, vo vyšších vrstvách je rýchlosť vetra väčšia, tak samým tým častice pokračujú v pohybe, ale pôsobením gravitácie po jemne klesajúcej dráhe. Po určitej vzdialenosti častice padajú na povrch pod uhlom 6 – 12° Chepil (1961), bez ohľadu na akú výšku boli častice zdvihnuté. Tento najčastejší spôsob pohybu častíc, v skokoch, sa nazýva saltácia (termín saltácia pre pohyb pôdných častíc prvý použil Bangold) (Letić et al., 2001).

Sily, ktoré pôsobia na pôdne častice na povrchu pôdy sú:

- dynamická sila vetra;
- sila odporu pri pohybe;
- hmotnosť častice;
- atmosférický tlak;
- sila zdvihu častíc zo zemi.

V závislosti od hmotnosti, dosiahnutej rýchlosti a výške do ktorej bola zdvihnutá, častica pôsobí na povrch pôdy rôznou silou dopadu na iné častice alebo agregáty, ktoré sa tam nachádzajú. Takýmto dopadom, pôdna častica spôsobuje drobenie iných častíc a taktiež ich uvádza do pohybu. Samá častica sa najčastejšie po dopade na pôdu odráža a pokračuje vo svojom pohybe, čo spôsobuje ďalšie drobenie a pohyb okolitých častíc. Týmto spôsobom dochádza do stále väčšieho množstva počtu častíc, ktoré sa nachádzajú v pohybe, a je možné to prirovnať reťazovej reakcii.

Svojím pádom na povrch pôdy, skákajúce častice uvoľňujú aj tie najjemnejšie častice (v priemere menšom ako 0,1 mm), ktoré by samotná vzduchová masa nebola schopná dať do pohybu, lebo sa nachádzajú v najnižších prízemných vrstvách kde je rýchlosť vzduchu zanedbateľná. Takto uvoľnené častice sú unášané vetrom, a týmto spôsobom pohybu sú odvíjané na veľké vzdialenosti, niekedy aj tisícky kilometrov. Ich pád na zem sa najčastejšie uskutočňuje až po pôsobení atmosférických zrážok, a tak

Tab. 2 Percentuálne zastúpenie častíc veterného nánosu v závislosti od spôsobu pohybu (Chepil, 1946)

Spôsob pohybu častíc	Podiel častíc (%)
Gúľanie, kotúľanie	7 – 25
Skokmi (saltácia)	55 – 2
Vznášanim sa vo vzduchu (suspenzia)	3 – 38

Ako uvádza Letić et al. (2001), veľmi významná vlastnosť veternej erózie, ktorou sa vyjadruje strata povrchovej vrstvy pôdy, je jej intenzita. Pod pojmom intenzita veternej erózie sa rozumie priemerné množstvo odtrhnutých, odnesených alebo nahromadených častíc pôdy na jednotku plochy v skúmanom časovom intervale. Intenzita veternej erózie sa najčastejšie vyjadruje v milimetroch odnesenej alebo nahromadenej pôdnej vrstvy, v m^3/km^2 alebo m^3/ha (jednotka objemu), t/km^2 alebo t/ha (jednotka hmotnosti).

Podľa procesu rozvoja Letić et al. (2001) rozlišuje nasledovné druhy veternej erózie:

- jemná povrchová;
- stredná povrchová;
- silná povrchová s prechodnou formou hĺbkovej;
- hĺbková.

Ako doplnok tohto rozdelenia, Gavrilović (1972) ešte uvádza, že vietor ktorý fúka rýchlosťou 12,3 – 15,5 m/s vyvoláva silnú povrchovú eróziu s priechodom na hĺbkovú. Vetry s menšou intenzitou spôsobujú miernejšiu povrchovú eróziu, kým vetry s väčšou rýchlosťou môžu spôsobiť aj hĺbkovú formu erózie.

Stretávame sa aj s inými rozdeleniami. Tak napríklad Chepil – Woodruff (1954), klasifikujú oblasti podľa ohrozenosti veternou eróziou na základe priemerných ročných strát pôdy, a to do troch skupín:

- málo erodovaná < 0,25 tona/acre (< 0,57 t/ha)
- stredne erodovaná 0,25 – 5 tona/acre (0,57 – 12 t/ha)
- silne erodovaná > 5 tona/acre (> 12 t/ha)

Pasák (1967) definuje štyri kategórie pôd v závislosti od intenzity veternej erózie:

- veľmi erodovaná > 2,0 t/ha/za rok
- erodovaná 0,9 – 2,0 t/ha/za rok
- slabo erodovaná 0,3 – 0,9 t/ha/za rok
- veľmi slabo erodovaná <0,3 t/ha/za rok

Zachar (1970) uvádza šesť stupňov intenzity veternej erózie, ktoré sú znázornené v tabuľke 3.

Tab. 3 Intenzita veternej erózie (Zachar, 1970)

Stupeň	Intenzita erózie (m ³ /ha/za rok)	Intenzita erózie (mm/za rok)	Intenzita erózie (opis)
1	< 0,5	< 0,05	erózia nejestvuje
2	0,5 – 5	0,05 – 0,5	slabá
3	5 – 15	0,5 – 1,5	stredná
4	15 – 50	1,5 – 5	silná
5	50 – 200	5 – 20	veľmi silná
6	> 200	> 20	katastrofálna

1.5 Faktory ovplyvňujúce veternú eróziu

Proces veternej erózie je veľmi komplexný, už aj preto, že na jeho tvorbu, intenzitu a vývoj, vplývajú mnohé faktory. Každý z týchto faktorov prispieva k vytváraniu potrebných podmienok pre vznik veternej erózie.

Je samozrejmé, že sa maximálne množstvo veterných odnosov produkuje v prípade najnepriaznivejších zhôd faktorov veternej erózie (napr. silný vietor, rozdrobená, suchá pôda bez vegetačného krytu ap.) (Letić et al., 2001).

Niektorí autori udávajú rôzny počet faktorov, ktoré vplývajú na proces veternej erózie.

Tak napríklad Gavrilović (1972) všetky faktory veternej erózie zhŕňa do dvoch základných skupín, a to: fyzicko-geografických a socio-ekonomických.

Ljujić – Dožić (2006) vyčleňujú nasledovné faktory: sila gravitácie, slnečné žiarenie a teplotné zmeny, účinok vetra a vody a biotické faktory.

Ćirić (1986) považuje, že sú faktory veternej erózie totožné ako faktory vodnej erózie: klíma (vietor a hydrotermálny režim), vlastnosti pôdy (zrornosť, štruktúra a kohézia), topografia, vegetačný kryt a spôsob využívania pôdy.

Antal (1989) uvádza, že intenzitu a priebeh veternej erózie ovplyvňujú klimatické, pôdne a geologické, vegetačné, topografické a faktory ľudskej činnosti.

Lješević et al. (1994) ako hlavné faktory, ktoré vplývajú na eróziu uvádza silu a frekvenciu vetra (silnejšie a častejšie vetry zapríčínajú silnejšiu eróziu), odolnosť pôdy na defláciu (kompaktnejšie a vlhkejšie pôdy sú odolnejšie na pôsobenie vetra), morfológiu povrchu (rovinaté pôdy nezmenšujú silu vetra a vyvievajú pôdnych častíc), vegetačný kryt (väčšie pokrytie vegetáciou znižuje možnosti erózie).

V pokračovaní budú podrobnejšie opísané najčastejšie spomínané faktory veternej erózie (topografické, klimatické, pôdne, vegetačné a antropogénne).

1.5.1 Topografické faktory

Medzi topografické faktory, ktoré ovplyvňujú eróziu pôdy, patria: sklon, dĺžka, tvar a expozícia svahu. Pri veternej erózii najväčší vplyv má expozícia svahu, t. j. jeho orientácia k svetovým stranám. Expozícia svahu je ovplyvňovaná najmä prostredníctvom svetelných, tepelných, vlhkostných a veterných pomerov na svahu (Antal, 2005).

Náveterné svahy podliehajú tým väčšiemu odnosu pôdy, čím sú kolmejšie postavené proti smeru vetra. Nad rovnou alebo mierne zvlnenou plochou sú prúdnicie priamočiare, kým pri väčšej sklonitosti dochádza do stáčaní prúdnic a samým tým stúpa aj rýchlosť vetra. Preto sú tieto plochy náchylnejšie na odnos pôdy.

1.5.2 Klimatické faktory

Ako Stred'anský (1993a) uvádza, medzi klimatické faktory, ktoré ovplyvňujú vznik a priebeh veternej erózie patria:

- výskyt, smer a rýchlosť vetra;
- atmosférické zrážky;
- teplota a vlhkosť ovzdušia, slnečné žiarenie;
- namrzanie pôdnych agregátov na povrchu pôdy.

V posledných rokoch sa klimatické faktory, ako vplyv na veternú eróziu, prejavujú v predpovedaných globálnych a regionálnych zmenách. Podľa predpovedí, dôjde k zníženiu zrážok a zvýšeniu teploty vzduchu, čo spôsobí zmeny v teplotnom a vodnom režime pôdy. Bez ohľadu na to, či sa tieto predpovede uskutočnia, t. j. či to

budú trvalé alebo len cyklické zmeny, samozrejme je, že sa vždy budú, častejšie alebo zriedkavejšie, vyskytovať obdobia, v ktorých budú klimatické podmienky určitého územia vyhovujúce na vznik procesov veternej erózie rôznej intenzity (Savić – Salvai – Belić, 1997).

Vietor je iste najpodstatnejší klimatický faktor ovplyvňujúci veternú eróziu. Predstavuje agresívny prostriedok, ktorý zapríčiňuje pohyb pôdnych častíc, podľa ktorého vlastne aj veterná erózia dostala pomenovanie.

Atmosférické zrážky tvoria podstatnú časť pôdnej vlhkosti. Nárazom dažďových kvapiek na pôdu, sa jej povrch stáva disperznejší ako v nižších vrstvách. Pri vyschnutí, a najmä pri nárazovom vyschnutí, sa na povrchu pôdy môže vytvoriť pôdny prísušok. Jeho tvorbu spôsobuje cementácia, ktorej intenzita je v značnej miere závislá od množstva ílových a prachových častíc dispergovaných vo vode (Antal, 1987).

Čím častejšie je povrch pôdy zvlhčovaný a čím častejšie a prudšie vysychá, tým viac nastáva tvorba druhotných agregátov a povrchového prísušku a tým menej pôda podlieha veternej erózii (Stred'anský, 1993a).

Medzi klimatické faktory, ktoré majú významný vplyv na intenzitu erózie, musí sa uviesť aj teplota. Výška teploty vzduchu a pôdy a jej oscilácie vplývajú na zväčšenie množstva erózneho odnosu. Zvýšenie teploty a jej maximálnych oscilácií, s približne rovnakými zvyšnými faktormi, ukazuje na výraznejšie procesy erózie (Jevtić, 1973).

Faktorom namrzania pôdy, ktorý zvyšuje jej erodovateľnosť na jar, je vo veľkej miere ovplyvnená rýchlosť priesaku vody do hlbších vrstiev počas topenia snehu. Tak sa na povrchu pôdy začína pomerne intenzívna erózia, pretože prvé množstvo roztopeného snehu je malé. Vplyv na urýchlenie týchto procesov má aj pád masy teplého vzduchu kombinovaný s príchodom relatívne teplého dažďa (Malenová – Toman, 2005).

1.5.3 Pôdne faktory

Ako Chepil – Woodruff (1954) uvádzajú, veterná erózia začína vtedy, keď sa častice v priemere 0,1 – 0,5 mm začínajú pohybovať skokom.

Na intenzitu veternej erózie má veľký vplyv veľkosť, tvar a merná hmotnosť pôdnych častíc. Tieto tri charakteristiky Antal (1987) označuje pod spoločným názvom, a to rovnícenný priemer z_{fn} . Rovnícenný priemer z_{fn} je vlastne priemer štandardnej pôdnej častice, ktorá vykazuje rovnakú erodovateľnosť ako hociktorá častica rovnakej veľkosti, tvaru a mernej hmotnosti.

Pôdny druh má tiež vplyv na eróziu pôdy. A tak Dumbrovský et al. (1995) určili, že najväčšiu erodovateľnosť majú ľahké pôdy (piesočnaté a hlinitopiesočnaté), výrazne nižšiu erodovateľnosť majú stredne ťažké pôdy (piesočnatohlinité, hlinité a ílovitohlinité) a minimálna erodovateľnosť sa vyskytuje na ťažkých pôdach (ílovité, íly).

Na množstvo a stálosť pôdných agregátov odolných voči účinkom vetra má tiež veľký vplyv vlhkosť pôdy. Množstvo vody, ktoré sa nachádza v pôde, pri vzniku pôdných agregátov ovplyvňuje aj ich odolnosť voči eróznym účinkom vetra (Stred'anský, 1993b).

1.5.4 Vegetačné faktory

Vegetácia je najvýznamnejší faktor, ktorý brzdí škodlivý účinok všetkých druhov erózie.

Rastlinný kryt je veľmi premenlivý faktor aj v priestore aj v čase, a tak v závislosti od lokality alebo ročného obdobia poskytuje nerovnomernú ochranu pôdy. Labilita tohto faktoru je zapríčinená tým, že rýchlejšie dochádza k zmene vegetácie, ako k zmene iných faktorov (napr. klíma, pôda). Pri tom, zmeny vegetatívneho stavu môžu byť aj veľmi náhle (napr. požiare, kľčovanie lesov). Vegetácia je vystavená veľmi silným antropogénnym vplyvom, a na obrábateľnej pôde až v takej miere, že celkovo závisí od ľudských aktivít (Letić et al., 2001).

Ochranný vplyv vegetácie je priamoúmerný pokryvnosti a hustote porastu v dobe najčastejšieho výskytu vetrov. Dokonalou protieróznou ochranou preto predstavujú porasty tráv a d'ateľovín, kým bežným spôsobom pestované širokoriadkové plodiny (kukurica, okopaniny), ovocné sady a vinice, chránia pôdu nedostatočne (Janeček, 2002).

1.5.5 Antropogénne faktory

Antropogénna erózia je spoločný názov pre súbor rozmanitých erózných procesov spôsobených, alebo len urýchlených človekom. Človek kultiváciou pôdy napomáha jej rozrušovaniu a odnosu pôdných častíc priamo, ale aj nepriamo svojou činnosťou.

Antal (1989), medzi tieto faktory zaraďuje:

- dĺžku erózneho povrchu;
- spôsob obhospodarovania pôdy;
- závlahu pôdy.

Vplyvom antropogénnych činiteľov ovplyvňujúcich intenzitu veternej erózie, z ktorých sa najvýraznejšie uplatnilo vytváranie neprimerane veľkých pozemkov (honov) a ignorovanie princípov ochrany pôd vegetačným krytom, došlo až k niekoľko desaťnásobnému zvýšeniu erózných procesov. V počiatočnom sceľovaní parciel do pozemkov veľkosti 30 – 50 ha v nížinných oblastiach dochádzalo iba výnimočne k extrémnym odnosom pôdy vetrom. Veľmi kritická situácia nastala po sceľovaní týchto pozemkov do väčších, rádovo 100 – 200 ha i viac. Toto sceľovanie nie je charakteristické iba pre rovinnaté oblasti, ale aj pre sklonité terény, kde sa k veternej erózii pridružuje i vodná. Realizácia týchto opatrení si vyžadovala likvidáciu nelesnej drevinovej vegetácie všetkého druhu (remízky, medze, lesíky, atď.), čo výrazne zhoršilo ekologickú stabilitu územia (Stred'anský, 2000).

1.6 Ochranné opatrenia proti veternej erózie

Poľnohospodárska pôda je veternou eróziou ohrozená najmä vtedy, keď je povrch pôdy bez vegetačného krytu a keď sa v záujmovom území vyskytujú erózne účinné vetry (Antal, 2005).

Ako Antal (2005) ďalej uvádza, ochranu poľnohospodárskej pôdy pred veternou eróziou je potrebné vykonať vtedy, ak intenzita veternej erózie prekročí hodnotu prípustnej intenzity erózie pôdy.

Dlhoročné skúsenosti v boji proti negatívnemu vplyvu vetra (procesu deflácie) priviedli k vyčleneniu troch základných skupín ochranných opatrení: organizačné, agrotechnické a technické (Kadovič, 1999).

1.6.1 Organizačné opatrenia

Základom organizačného opatrenia protieróznej ochrany je usporiadanie pozemkov. Pozemky by mali mať obdĺžnikovitý tvar s dlhšou stranou kolmo na smer prevládajúceho smeru vetra, aby všetky kultivačné opatrenia na pôde a všetky opatrenia proti veternej erózii boli vedené kolmo na smer prevládajúceho smeru vetra. Na piesočnatých pôdach nechránených vegetáciou by nemala šírka pozemku v smere prevládajúceho vetra presiahnuť 50 m (Janeček 2002).

Taktiež sa treba vyhýbať veľkým pôdnym celkom s tvarom pretiahnutým v smere prevládajúceho vetra. Veľkosť súvislých pôdných celkov závisí najmä od formy hospodárenia. Pri hospodárení formou fariem, veľkosť pôdných celkov by mala byť v rozmedzí 8 – 18 ha a pri hospodárení formou poľnohospodárskych podnikov je tá

veľkosť určená od 20 – 70 ha. Jednotlivé pôdne celky by mali byť oddelené koridormi (bariérami) vysokej zelene a kríkov (Látečka – Muchová, 2005).

Medzi organizačné opatrenia patrí aj výber pestovaných plodín a pásové usporiadanie plodín s vhodnou orientáciou honov.

Výber pestovaných plodín

Časti poľnohospodárskych plôch, ktoré sú náchylné na veternú eróziu, treba premieňať na trvalé trávne porasty, ktoré sú zároveň aj najúčinnnejším opatrením. Do osevných postupov na pôdach veľmi náchylných na eróziu možno preto zaradiť viacročné krmoviny (trávy, d'ateľoviny) a ozimné obilniny (Stred'anský, 1993a).

Chudobné piesočnaté pôdy, na ktorých je poľnohospodárska výroba neracionálna, odporúča sa zakladanie lesných porastov. Na tento spôsob sa na povrchu pôdy vytvára trvalá ochranná vrstva, ktorá spoľahlivo chráni pôdu od vetra (Lješević et al., 1994).

Na chránenej pôde treba vypestovať súvislý kryt z rastlín, ktoré znášajú sucho, čiastočné obnaženie koreňov, ako aj zanášanie pieskom. Medzi takéto rastliny patria napríklad niektoré druhy pýru, ako čo sú pýr plazivý (*Elytrigia repens*) a pýr sivý (*Elytrigia intermedia*), jačmenica piesočnatá (*Leymus arenarius*), ostrica úzkolistá (*Carex stenophylla*) ap.

Tieto rastliny sa vysievajú pod ochranu kulís (plôtiky zo suchých stebiel, slamy, prútia, ap.), založených kolmo na smer prevládajúcich vetrov, do radov s rozstupom 2 až 10 m. Vzdialenosť medzi radmi sa má rovnať asi desaťnásobku výšky kulisy. Kulisy sa robia na jeseň a odolné rastliny sa vysievajú na jar (Stred'anský, 1993a).

Pásové usporiadanie plodín s vhodnou orientáciou honov

Pásové striedanie a obhospodarovania plodín znamená, rozmiestňovanie jednotlivých kultúr a plodín na obhospodarovanej pôde v pásoch. Šírka pásov závisí od intenzity veternej erózie, čím väčšie sú účinky vetra, tým menšia musí byť šírka pásov. V oblastiach s veľkou intenzitou erózie sa pásy ornej pôdy striedajú s trvale zatrávenými pásmi.

Účelom pásového rozmiestňovania a obhospodarovania plodín je zabrániť vytváraniu veľkých honov, ktoré zvyšujú intenzitu veternej erózie. Pásy obsiate plodinami odolnými proti účinkom vetra alebo väčšie strniská zoslabujú silu vetra, zmierňujú alebo zabraňujú odnosu pôdy a znižujú výpar vody z polí nechránených

plodinami alebo ich zvyškami. Takéto pásy zadržujú aj veľké množstvo vetrom prenášanej pôdy, a tým celkovo znižujú intenzitu veternej erózie (Stred'anský, 1993a).

1.6.2 Agrotechnické opatrenia

Agrotechnické opatrenia sú časovo a finančne náročnejšie, kvôli tomu, že pri týchto opatreniach treba použiť špeciálne stroje, náklady na osivo, výsev medziplodín ap.

Pri kultivácii pôd ohrozených veternou eróziou by mali byť používané také typy strojov, ktoré vytvárajú hrudy a pôdu nedrobia. Pôdy silne náchylné k veternej erózii by nemali byť orané, lebo tým spôsobom sú zvyšky vegetácie zapracované do pôdy a povrch zoranej pôdy rýchlo vysychá. Kultivácia takýchto pôd by mala byť vykonávaná iba pri takej vlhkosti, kde sa vytvorí dostatok druhotných agregátov (hrúd), zdrsňujúcich povrch pôdy (Janeček, 2002).

Vo všeobecnosti sú tieto opatrenia rozdelené na úpravu štruktúry pôdy a zlepšovanie vlhkového režimu ľahkých pôd, mulčovanie pôdy a ponechanie strniska a špeciálnu protieróznú ochranu (Antal, 2005).

Úprava štruktúry pôdy a zlepšovanie vlhkového režimu

Zväčšenie odolnosti povrchu pôdy prostredníctvom zväčšenia sily kohézie medzi časticami v povrchovej vrstve sa môže uskutočniť viacerými spôsobmi, a to:

- Zväčšením zásob vody v pôde, vplýva na zväčšenie kohéznych síl, ktoré spájajú jej častice. To sa hlavne odráža pri pôdach ťažšej štruktúry. Avšak tento spôsob zväčšenia odolnosti povrchu pôdy na defláciu, nie je zanedbateľný ani na pôdach ľahšej štruktúry, ako napr. na pieskoch.
- Vytváranie hrudkovej štruktúry na povrchu pôdy zvyšuje jeho odolnosť voči odvievaniu častíc vetrom. Veľkosť pôdných agregátov by mala byť väčšia ako veľkosť „erózne nebezpečných“ frakcií (>1,0 mm), ktoré sila turbulentného trenia nemôže pohnúť, a mali by byť v podobe mulča pokrývajúceho povrch pôdy. Hrudovitá štruktúra povrchovej vrstvy pôdy zväčšuje drsnosť a zachováva vlhkosť pôdy, a vytvára sa špeciálnym obrábaním pôdy. Ale treba brať do ohľadu to, že veľkosť vetru odolných agregátov nezávisí len od mechanického zloženia pôdy, ale aj od jeho chemických vlastností (obsah humusu, CaCO₃ a iné).
- Aplikáciou štruktúrnych chemických prostriedkov sa vytvára makroštruktúra agregátov, ktoré vytvárajú prísušok na povrchu pôdy, schopnú odolávať

turbulentnému treniu vetra. Pri aplikácii týchto prostriedkov ochrany, obrábanie pôdy prevracaním vrstvy nie je povolené, ale využívajú sa bezorbové technológie (Kastori, 1995).

Mulčovanie pôdy a ponechanie strniska

Pôda ohrozená veternou eróziou by v žiadnom ročnom období nemala zostať nechránená. Tejto základnej požiadavke trvalého krytu pôdy sa najviacej približuje spôsob využívania pôdy s obmedzenou kultiváciou a ponechaním rastlinných zvyškov.

V podmienkach veternej erózie sa za pôdochrannú technológiu považuje hocikaký systém obrábania pôdy, ktorý pri pestovaní hustosiatych obilnín ponecháva na povrchu pôdy minimálne 1120 kg rastlinných zvyškov na hektár hustosiatych obilnín. To predstavuje ekvivalentný parameter ochrany pôdy v kritickom období účinku veternej erózie (Kováč, 2010).

Mulčovanie pôdy je vlastne nastielanie biologického materiálu na povrch pôdy za účelom udržiavania vlhkosti v pôde, zamedzeniu rastu burín, vytvoreniu humóznej vrstvy pôdy a ochranu pôdy pred eróziou odviatím vetrom. Najčastejšie agrotechnické opatrenia pri tejto ochrane sú zelené hnojenie a nastielanie slamou (Fecenko – Ložek, 2000).

Špeciálna protierózna agrotechnika

Ako Kováč (2010) uvádza, do tejto agrotechnike patria rôzne techniky obrábania pôdy.

Ako prvá technika sem patrí ochranné obrábanie pôdy. Je to vlastne redukcia hĺbky a bežnej intenzity obrábania pôdy (zníženie hĺbky, druh, hĺbka a početnosť mechanických zásahov). Pri takomto spôsobe obrábania sa nahrádza orba pluhom s odhrňovačkou, alebo iným pôdu kypriacim a pôdu spracovávajúcim náradím, ktoré zanecháva zvyšky rastlín na povrchu pôdy alebo ich premiešava do povrchovej vrstvy pôdy.

Druhá, účinnejšia technika, je redukované obrábanie pôdy. V týchto technológiách obrábania pôdy všeobecne prevláda obmedzovanie pôsobenia techniky na pôdu. Systém umožňuje pri zakladaní porastov šetriť energiu, pracovné náklady a zlepšuje vlhkosť podmienky. Redukuje aj eróziu pôdy, vyplavovanie živín z pôdy a pokrytie pôdy rastlinnými zvyškami.

Zaužívaný je aj systém, kde traktor a kombajn používajú tie isté koľaje. V podstate ide o riadený pohyb techniky po poli. Ostatná plocha sa nepoužíva na pohyb

strojov, štruktúra pôdy je vo výbornom stave a zabezpečuje dobrú protieróznú ochranu, najmä proti veternej erózii.

Najúčinnejšia ochrana pri tejto agrotechnike je technológia priamej sejby do neoranej pôdy. Je to základný spôsob bezorbových technológií. Je to systém, pri ktorom sa pôda neorie, ale ani nenarušuje žiadnym náradím. Z toho vyplýva, že nedochádza k narušeniu pôdnej vrstvy, a tým sa znižuje náchylnosť pôdy na veternú eróziu.

1.6.3 Technické opatrenia

Do týchto opatrení patria všetky opatrenia a prostriedky, pomocou ktorých sa rýchlosť prúdenia vzduchu znižuje predtým, než dôjde do kontaktu s povrchom pôdy, ktorá eroduje.

K najúčinnejším technickým opatreniam patria drevinové porasty, tzv. ochranné lesné pásy (OLP) – vetrolamy. Podstatou priaznivého účinku vetrolamov je zníženie rýchlosti vetra v určitých vzdialenostiach pred a za vetrolamom a zníženie turbulentnej výmeny vzduchových mäs v prízemných vrstvách (Dumbrovský et al., 1995).

Ako ďalej Dumbrovský et al. (1995) uvádzajú, vetrolamy možno rozdeliť do troch základných skupín:

- a) priepustný – ide o vetrolam zložený z jedného alebo dvoch radov stromov, kríkové poschodie nie je zastúpené.
- b) nepriepustný – porast je zložený z viacerých radov stromov, dobre zapojených, kríkové poschodie je prítomné, na náveternej a záveternej strane dochádza k vytvoreniu uzavretej steny. Týmto typom vetrolamu neprechádza žiadna veterná masa. Na náveternej strane vzniká mierne zvýšený tlak a na záveternej strane je tlak mierne znížený. Pri tomto vetrolame klesá rýchlosť vzduchu v podstate viacej ako pri polopriepustnom, ale na kratšej vzdialenosti. Jeho účinnosť sa vyjadruje pomerom dĺžky chráneného územia k výške pásu alebo násobkom výške porastu. Na náveternej strane, rýchlosť vzduchu klesá až na 60 % pôvodnej rýchlosti, a na záveternej strane na malej vzdialenosti rýchlosť klesne až na 0 a postupne narastá do svojej pôvodnej rýchlosti, kde túto rýchlosť dosiahne na vzdialenosti 15 do 20 násobku výške vetrolamu.
- c) polopriepustný – je zložený taktiež z viacerých radov stromov, kým kríkové poschodie je menej vyvinuté. Tento typ sa udáva ako najvhodnejší, pri ktorom prúdové masy obchádzajú vetrolam, a taktiež sú aj prepúšťané cez porast. Takto narážajú na kmene, konáre a lístie a dochádza do zmeny kinetickej energie na

iné formy. Výsledok oboch prúdov smeruje ku povrchu pôdy, ale na väčšej vzdialenosti ako pri nepriepustnom vetrolame. Na náveternej strane vetrolam pôsobí na vzdialenosti zhruba 10 a na záveternej strane 20 do 25 násobku svojej výšky. Samozrejmosťou je, že aj tu nastáva zníženie rýchlosti vetra. Pred pásom klesá rýchlosť na 60 % a za ním asi na 10 – 20 % z pôvodnej rýchlosti.

Do tejto skupiny patria aj mechanické ochranné opatrenia, ktoré sú niekedy nevyhnutné v prvej fáze ochrany pred eróziou. Medzi tieto umelé protiveterné prekážky (rôznej výšky a priepustnosti), môžeme zaradiť prenosné ploty, rôzne bariéry a prekážky z prútov, trstiny, slamy a iných materiálov. Základný účel týchto prostriedkov je, aby tlmili silu turbulentného trenia vetra, kým ochranné lesné pásy nedosiahnu určitú veľkosť a neprevezmú svoju úlohu (Dožić, 1994).

2 Cieľ práce

Cieľom tejto práce je zhrnutie poznatkov o veternej erózii. Treba popísať príčiny jej vzniku, faktory, ktoré ju ovplyvňujú, a popísať ochranné opatrenia na zmiernenie erózie, alebo predchádzania jej vzniku.

Práca rieši problematiku veternej erózie na území Vojvodiny, v Srbsku. Cieľom je popísať faktory záujmového územia, spôsob merania intenzity erózie v Srbsku a ochranné opatrenia, ktoré sa tam najčastejšie vyskytujú.

3 Materiál a metodika práce

3.1 Materiál práce

3.1.1 Charakteristika záujmového územia

Ako uvádza Vlada Autonomne Pokrajine Vojvodine (2009), Autonómna pokrajina Vojvodina zaberá severnú časť Republiky Srbska, štátu, ktorý sa nachádza v juhovýchodnej Európe, v západnej časti Balkánskeho polostrova. Lokalizovaná je v južnej časti Panónskej panvy a tým predstavuje prirodzený most medzi strednou a západnou Európou na jednej strane, a Balkánskeho polostrova a Blízkeho východu na druhej strane.

Vojvodina je autonómna pokrajina Republiky Srbska a zaberá územie vo výmere 21.506 km², čo zaberá 23,34 % územia Republiky Srbsko. Na severe hraničí s Maďarskom, na východe s Rumunskom, na západe s Chorvátskom a na juhozápade s Bosnou a Hercegovinou.

Územím Vojvodiny pretekajú tri splavné rieky, a to Dunaj, Tisa a Sáva, ktoré rozdeľujú územie na tri geograficko-historické celky, Banát na východe, Báčku na západe a Sriem na juhu. Reliéf celej Vojvodiny je prevažne rovinatý, s výnimkou Sriemu, kde dominuje vrchovaté územie Frušká hora.

Podľa posledného sčítania obyvateľstva v roku 2002, vo Vojvodine žije 2.031.992 obyvateľov, čo predstavuje 27,1 % z úhrnného počtu obyvateľov Srbska. Hlavné mesto Vojvodiny je Nový Sad, ktorý zároveň má aj najväčší počet obyvateľov (215.659), ďalšími mestami Vojvodiny sú Subotica (99.471), Zrenjanin (79.545), Pančevo (76.110), Sombor (50.950) a iné.

Z Územného plánu Republiky Srbskej z roku 1996 zisťujeme, že celkový pôdny fond Vojvodiny je 2.150.600 hektárov, a rozdelenie pôdy podľa využitia je nasledovné:

- poľnohospodárska pôda zaberá 1.789.977 ha, z čoho 1.579.643 ha sú orné pôdy, 16.496 ha sú ovocné sady, 12.196 ha sú vinohrady, 32.326 ha sú lúky, 119.179 ha sú pasienky a 30.140 ha sú rybníky a močiare;
- lesy a lesná pôda zaberajú 175.136 ha, z čoho sú lesy na ploche 140.717 ha;
- ostatné plochy zaberajú 185.487 ha.

3.1.2 Topografické pomery

Súčasný reliéf Vojvodiny vznikol ako výsledok pôsobenia vnútorných a vonkajších síl. Tektonickými pohybmi vznikli základné obrysy reliéfu. Ich povrch bol potom, v dôsledku zmien klimatických a hydrologických podmienok, vystavený vplyvu vonkajších síl, ktoré zapríčinili zničenie, rozklad, drvenie, pohyb a nanášanie materiálov (Letić et al., 2001).

Územie Vojvodiny sa svojou väčšou časťou nachádza na niekdajšom území Panonského mora. Z toho dôvodu, je reliéf Vojvodiny výrazne rovinnatý, s nízkou nadmorskou výškou (asi 80 % plochy Vojvodiny sú roviny so sklonom menším ako 5 %). Charakterizovaný je rozľahlými vyvýšenými plochami – sprašové roviny, piesčiny, sprašové terasy a nižšími plochami – údolné nivy. Vyskytujú sa tam aj nižšie vrchy, Frušá hora v severnej časti Srijemu a Vršacké hory v juhovýchodnom Banáte. V južnom Banáte, medzi riekami Tamišom a Dunajom sa rozprestiera Deliblatská piesčina. Suboticko-Horgošská piesčina sa nachádza v severnej časti Báčky, a je iba malou časťou veľkej Maďarskej piesčiny.

Vojvodinská rovina zostupuje v podobe stupňovitých plôch smerom k riekam. V priebehu tisícročia, vietor nanášal prach, a tak je veľká časť Vojvodiny prekrytá týmito nánosmi. Na mnohých miestach na rovinatom teréne sa vyčleňujú sprašové terasy, z ktorých ako najväčšia je Titelský breh (128 m) v juhovýchodnej časti Báčky a Telečská plošina (115 m) v centrálnej Báčky.

Guduričský vrch je najvyšším vrcholom vo Vojvodine s nadmorskou výškou 641 m, a nachádza sa na Vršackých horách. Červený čot (539 m) je najvyšším vrcholom Fruškej hory (Katić et al., 2008).

3.1.3 Klimatické pomery

Ako Radić (2003) uvádza, profesor Tomislav Rakićević venoval veľký počet svojich prác klimatickej rajonizácie. Pod klimatickou rajonizáciou sa rozumie určité územie so špecifickou klímou, podľa ktorej sa značne líši od ostatných susediacich území. Na území Vojvodiny sa vyskytujú dve klimatické podnebia:

1. Oblasť kontinentálneho podnebia, ktoré zasahuje väčšinu územia Vojvodiny, okrem Srijemu. V tejto oblasti je ročná amplitúda teploty $\leq 23,0$ °C a v letnej polovici roka sa vyparí viac ako 50 % celkových ročných zrážok.
2. Oblasť mierne kontinentálneho podnebia, do ktorej patrí Srijem. Je to oblasť, kde sú ročné amplitúdy teploty pod 23 °C.

Lalić – Mihailović – Malinović (2004) vo svojej práci zhrnuli údaje o teplotách vzduchu od roku 1952. Zo získaných údajov možno zhrnúť, že vo Vojvodine sú letá teplé a zimy studené, jar a jeseň trvajú veľmi krátko. Priemerné letné teploty sa pohybujú medzi 21 °C a 23° C, a zimy v priemere okolo – 2 °C. Extrémne teploty však môžu byť veľmi veľké, a tak rozdiel medzi najvyššou a najnižšou teplotou môže byť aj 70 °C. Vo svojej práci porovnávali teplotné rozdiely v dlhšom časovom období, a prišli k nasledovným výsledkom:

- maximálne teploty počas leta majú pozitívny trend na celom území Vojvodiny;
- zvýšenie maximálnych teplôt je oveľa vyššie ako zvýšenie minimálnych teplôt;
- extrémne teploty počas zimného obdobia sa veľmi málo líšia od dlhoročného priemeru.

Vo Vojvodine fúkajú štyri duhy vetrov. Najsilnejší je južný vietor „Košava“, ktorý vzniká dôsledkom vzduchového prúdenia z južných častí Ruska cez Stredozemné more. Je to veľmi studený a silný vietor, ktorý má veľký energetický potenciál. Môže dosiahnuť rýchlosť až 130 km/h, ale jeho priemerná rýchlosť je 25 do 45 km/h. Severný vietor „Severac“ je studený vietor, ktorý najčastejšie fúka v zime. Teplý vietor „Jugo“ je juhovýchodný vietor, ktorý najčastejšie prináša oblačné počasie. Vietor zo západu najčastejšie prináša dážď a sneh (Katić et al., 2008).

Vzhľadom na to, že vietor má veľmi často pulzujúci charakter, môže vyvolávať veľmi veľké škody v tejto prevažne poľnohospodárskej oblasti. Kvôli tomu je potrebné okrem priemernej rýchlosti vetra, sledovať aj jeho frekvenciu a maximálne hodnoty. Tak sa na meteorologických stanicách vo Vojvodine veľmi často stretávame s výskytom silných vetrov (≥ 12 m/s) a búrlivých vetrov (≥ 19 m/s) (Stojanović, 1984).

Zrážkový režim vo Vojvodine sa z časti podobá stredoeurópskemu, t. j. podunajskému režimu zrážok, s veľmi veľkým nerovnomerným rozdelením podľa mesiacov. Množstvo zrážok je relatívne malé. Priemerné ročné zrážky sa pohybujú od 550 – 600 mm, kde možno vyčleniť veľmi daždivé obdobie začiatkom leta (jún) a obdobie bez alebo s veľmi malým množstvom zrážok (október a marec). V lete sú možné krátke letné víchrice s krupobitím a silnými zrážkami. Najväčšie množstvo zrážok je na Fruškej hore (v priemere viac ako 750 mm) a na Vršackých horách, potom v západnej Báčke (650 do 750 mm), zatiaľ čo najnižšie množstvo zrážok je na severe a na východe krajiny. V priebehu roka, v priemere 18 dní sneží, ale snehová prikrývka sa udržiava relatívne krátko (do 30 dní) (Katić et al., 2008).

3.1.4 Pôdne pomery

Pôdy Vojvodiny boli tvorené prevažne na sedimentných horninách. Len pôdy na Fruškej hore a Vršackých horách majú ako geologický podklad hlavne metamorfne a čiastočne i magmatické horniny. V dôsledku určitých konštalácií pedogenetických faktorov a rôznej intenzity ich pôsobenia sa objavuje rôznorodý pôdny kryt vo Vojvodine. Na aluviálnych náplavách a riečnych terasách sa vyvíjajú fluvisoli, pseudoglejné, glejové pôdy a organozeme. Na sprašových rovinách sa nachádzajú černoze a na sprašových terasách sú zastúpené černozemné oglejené pôdy a slaniská. Na eolických pieskoch sa nachádzajú arenosoli, rendziny a černoze. Najväčšia heterogenosť substrátu je na Fruškej hore a Vršackých horách, kde sa v závislosti od substrátu a reliéfu vyvinuli rendziny, rankeri, litozeme, fluvizeme, pararendziny a hnedozeme (Hadžić et al., 2005).

Uvádzané druhy pôd sú rozdeľované do určitých bonitovaných tried, ktorých je úhrnne 8, a zaberajú určité percentá v štruktúre pôdneho fondu. Tieto údaje uvádza Gligorov et al. (2010) v tabuľke 4.

Tab. 4 Výmera pôdy podľa bonitovaných tried (Gligorov et al., 2010)

Bonitovaná trieda pôdy	Výmera v km ²	Štruktúra v %
1	9.688	51,4
2	3.284	17,4
3	3.823	20,3
4	355	1,9
Celkovo vhodné pre obrábanie	17.150	91,0
5	531	2,8
6	889	4,7
7	193	1,0
8	72	0,5
Celkovo nevhodné pre obrábanie	1.685	9,0
Celkovo produktívne plochy	18.835	100,0
Nepločné	2.671	
Celkove	21.506	

3.1.5 Vegetačné pomery

Ohrozenosť Vojvodiny veternou eróziou má za následok aj nízky stupeň lesnatosti a nevhodnú usporiadanosť lesov a iných ochranných zelených pásov od vzniku týchto priestorov až dodnes.

Ako Marković – Tatalović (1995) uvádzajú, územie Vojvodiny bolo hlavne pokryté trávnatými stepmi, chudobnými na rastlinný a živočíšny svet. Až koncom 18. storočia, väčšinou okolo fariem, pozdĺž ciest, neskôr aj železničných tratí a kanálov, začala výsadba drevín, hlavne agátov, moruší a dubov. Maximálna lesnatosť bola pred druhou svetovou vojnou, ale kvôli požiarom, výskytou chorôb a škodcov, výrubom lesov bola lesnatosť znížená.

Celková plocha lesov a lesnej pôdy vo Vojvodine je 175.136 hektárov, čo predstavuje 8,10 %, ale samé lesy sa rozprestierajú na ploche 140.717 hektárov, takže skutočná lesnatosť je len 6,5 %. Toto percento nie je dostatočné, aby lesy poskytlí vyhovujúcu ochranu pred procesmi degradácie, a zároveň sú výrazne znížené ekologické, enviromentálne a krajinné hodnoty územia. Väčšina týchto lesov sa nachádza v komplexoch Fruškej hory, Vršackých hôr, pobrežných pásov a dvoch piesčín. Na týchto územiach sa nachádza okolo 90 % všetkých lesov Vojvodiny, a zvyšných 10 percent je rozptýlených na ploche približne 2.000.000 hektárov. Z toho vyplýva, že skutočná lesnatosť rovinného územia je len 1,5 % (Ekovaroš, 2007).

Ako optimálnu lesnatosť Vojvodiny, ktorá by uspokojila pokrytie, rozmiestnenie a spojitosť lesných porastov, pri ktorých by boli splnené ochrano-regulačné a sociálno-kultúrne funkcie lesov, Vlatković (1989) odhaduje na 14,32 %, t. j. 308.045 hektárov.

Pre dosiahnutie tejto optimálnej hodnoty lesnatosti treba zvýšiť súčasné plochy lesných porastov a ochranných pásov o 133.000 hektárov.

Krátke zhrnutie rastlinného druhového zloženia, nachádzajúceho sa vo Vojvodine, uvádza Katić et al. (2008). Keďže sú na týchto územiach najzastúpiteľnejšie pôdy černozeme a čiernice, ktoré sa vyznačujú vysokou úrodnosťou, pestuje sa na nich hlavne pšenica, kukurica, cukrová repa, slnečnica, sója a iné priemyselné a krmné plodiny. Na svahoch Fruškej hory a Vršackých hôr sa nachádzajú listnaté lesy, s prevahou duba, lípy, hrabu a iných. V spodných oblastiach týchto vrchov sú lesy väčšinou vyrúbané a nachádzajú sa tam pasienky, vinohrady a ovocné sady. Na naplavovaných pôdach sa nachádzajú vrbové a topoľové lesy, ako aj lúky. Na zmeliorovaných plochách sa pestujú rastliny, ktoré vyžadujú viac vlhkosti, ako čo sú

cukrová repa, slnečnica, kukurica, zelenina. Na najmenej úrodných pôdach sa rozprestierajú pasienky, a na niektorých miestach sú vytvorené rybníky.

3.1.6 Antropogénne pomery

Vojvodinská rovina sa formovaním krajiny pre potreby poľnohospodárskej mechanizácie a jej využívaním nad rámec povolených limitov zmenila na „kultúrnu step“ v ktorej došlo k degradácii a devastácii veľkých oblastí. Táto krajina je charakterizovaná obrovskými rozlohami obrábateľných plôch bez stromov a tieňov, bez akéhokoľvek spätného pohľadu na topografiu, bez žiadnej ochrany pred vetrom a dažďom. Tu neexistuje žiadny divý rastlinný a živočíšny svet, to sú priestranstvá, ktoré sa nachádzajú v objatí nemilosrdných procesov pomalého alebo rýchleho poklesu plodnosti (Gostović, 1989).

Priestranné, intenzívne obrábateľné plochy predstavujú ekologicky veľmi monotónne prostredie, v ktorom pôsobením rôznych vonkajších faktorov, veľmi ľahko dochádza do závažných porúch. Takáto ekologická degradácia nevyhnutne vedie k zníženiu produkčného potenciálu, ktorý preto musí byť zachovaný alebo zvýšený použitím určitých agrotechnických intervencií.

3.2 Metodika práce

Na dosiahnutie stanovených cieľov bolo potrebné preštudovať požadovanú odbornú literatúru a následne zosumarizovať potrebné informácie. Taktiež bolo potrebné vyhľadať informácie o záujmovom území a spôsobe merania intenzity erózie na záujmovom území.

Na základe získaných informácií o záujmovom území a následne ich zosumarizovania treba zhodnotiť ohrozenosť pôd veternou eróziou vo Vojvodine, a popísať ochranné opatrenia, ktoré sa tam najčastejšie uplatňujú. Potom je potrebné popísať spôsob merania intenzity veternej erózie vo Vojvodine a zároveň popísať rotačný lapač pôdnych častíc, ktorý bol konštruovaný vo Vojvodine.

V práci sú použité zdroje informácií odbornej domácej a zahraničnej literatúry, časopisy a publikácie, ktoré riešia danú problematiku, odborné poznatky vyskytujúce sa na internete, údaje získané na Poľnohospodárskej fakulte, Univerzity v Novom Sade.

4 Výsledky práce

4.1 Ohrozenosť pôd veternou eróziou vo Vojvodine

Celkove možno zhodnotiť, že na území Vojvodiny jestvujú ako prirodzené, tak aj antropogénne faktory, ktoré priaznivo vplyvajú na rozvoj takmer všetkých foriem erózie, pri čom sa obdobia s vodnou eróziou striedajú s obdobiami, kedy prevláda veterná erózia.

Kontinentálna klíma priestrannej Panonskej nížiny s častými, silnými a suchými vetrami rýchlosti aj viac ako 40 m/s, ročnými zrážkami niekedy menej ako 400 mm, veľkými teplotnými amplitúdami, výrazne rovinným a mierne zvlneným reliéfom, nedostatočnou a zle rozloženou lesnatosťou, veľkými plochami obrábatelných plôch, ktoré sú občas bez vegetačného krytu a ktoré pri intenzívnej poľnohospodárskej výrobe môžu byť výrazne erodovateľné, lebo dochádza k nadmernému drobeniu povrchovej vrstvy pôdy, zceľovanie poľnohospodárskych parciel s ničením vegetácie na niekdajších medziach, relatívne malé plochy pod systémami zavlažovania, viacročné extrémne suché obdobia, sú len niektoré faktory, ktoré jasne ukazujú na to, že je potenciál ohrozenia pôd vo Vojvodine veľmi veľký, a zvlášť celkov, ako čo sú Suboticko-Horgošská a Deliblatská piesčina, práve veternou eróziou, a že k eventuálnej realizácii plánovanej zmeny klímy sa môžu erózne procesy ešte viacej zvýšiť. V spolupráci s antropogénnymi faktormi, t. j. nesprávnym spôsobom využívania a organizácie pôdy, ktoré najčastejšie zohrávajú kľúčovú úlohu, erózne procesy na tomto výrazne poľnohospodárskom území môžu zosilniť až do katastrofálnych rozsahov a tvarov.

Gavrilović et al. (2001) vo svojej práci riešil problematiku identifikovania erózne ohrozených území na základe vynesných regulatív. Ako vo svete, tak aj v Srbsku sa problém erózie v praxi rieši prijatím špeciálneho zákona o erózii alebo v rámci zákonov o vodách, lesoch, pôdy atď., alebo ako sada právnych predpisov. Základ pre podnikanie protieróznych opatrení bolo predchádzajúce vyhlásenie určitého územia za „erózne územie“, ktoré bolo vykonané na základe spomenutých zákonov.

Prvý taký zákon v Srbsku bol prijatý v roku 1952, na základe ktorého boli územia Grdelickej tiesňavy a Vraňskej kotliny vyhlásené za erózne územia. Neskorším zákonom o ochrane pred eróziou a povodňami z roku 1954 boli ešte niektoré územia vyhlásené ako erózne územia, a na základe toho boli vykonané rozsiahle protierózne

ochrany na záplavových tokoch riek Južnej a Severnej Moravy, Timoku, Peki a iných malých tokoch. Od roku 1965 problematika erózie a povodní je upravená podľa Zákona o vodách.

Na základe právoplatných zákonov o vodách Republiky Srbsko (Úradný vestník č. 46/91, 48/91, 53/93, 54/94 a 54/96) všetky okresy sú povinné vyhlásiť erózne ohrozené plochy na území, ktoré spravujú. Mnohé okresy sa dodržiavali týchto nariadení, a vypracovali plán o vyhlásení erózne ohrozených území, ale v rámci týchto plánov sú uvedené iba tie oblasti, ktoré sú evidentne zasiahnuté najsilnejším procesom erózie. Z druhej strany, oblasti na ktorých v minulosti boli vykonané ochranné opatrenia, sa v súčasnosti nevyužívajú spôsobom, akým by sa mali, a týmto oblastiam hrozí intenzifikovanie erózných procesov.

V podstate možno povedať, že zmysel právnych predpisov o vyhlásení erózných oblastí, poskytuje právny základ pre realizáciu ďalších opatrení, predpísaných zákonom o vodách, zákonom o lesoch, zákonom o poľnohospodárskej pôde a zákonom o ochrane životného prostredia. Cieľom je zabrániť ďalšej degradácii pôdy eróziou spôsobenou nevhodným využívaním pôdy.

4.2 Metódy výskumu veternej erózie vo Vojvodine

Jedna z prvých rovníc pre výpočet veternej erózie, ktorá vznikla na základe výskumov vo Vojvodine, bola zverejnená v roku 1965 v Dokumentácii pre stavebníctvo a architektúru, DGA – 70/1965, a znie (Gavrilović, 1969):

$$W_e = T \times I_v \times D_e \times Y \times X \times a \times F \quad (1)$$

kdže, W_e – priemerný ročný objem povrchovej vrstvy odnesenej alebo uloženej pôdy pôsobením veternej erózie v m³/rok,

T – koeficient teploty určený osobitným výrazom,

I_v – priemerná rýchlosť vetra v priemernom veterneom roku v m/s,

D_e – priemerný počet veterných dní v roku, keď je krajina bez snehovej prikrývky,

Y – recipročná hodnota koeficientu odolnosti pôdy voči erózii (tabuľková hodnota),

$X \times a$ – koeficient úpravy plochy (tabuľková hodnota),

F – plocha územia v km², za predpokladu, že je plocha menšia ako 300 km².

Kedže na území Vojvodiny deflačné procesy neboli nikdy definované prostredníctvom pozorovacích staníc, na určenie potenciálnej intenzity veternej erózie sa používa niektorá empirická metóda. Ako prvá, bola použitá Pasákova metóda, pre ktorú sa zhodnotilo, že je prijateľná aj pre podmienky Vojvodiny. Z jednej strany to bola matematicko-funkčná závislosť prvkov klímy a substrátu, a z druhej strany produkcia veterného nánosu (Letić et al., 2001).

Potenciálna intenzita podľa Pasáka (1967) sa určuje z výrazu:

$$E = 22,02 - 0,72 \times P - 1,69 \times V + 2,64 \times R \quad (2)$$

kde, E – pôdna erodovateľnosť v g/m^2 ,

P – množstvo neerodovateľných častíc v pôde v %,

V – relatívna vlhkosť vzduchu,

R – rýchlosť vetra pri povrchu v m/s .

Podľa tejto metódy sú vybrané reprezentatívne plochy všetkých regiónov vo Vojvodine, analyzované sú príslušné parametre, a výsledky dosiahnutých hodnôt sú uvedené v tabuľke 5 (Letić et al., 2001).

Tab. 5 Stupeň ohrozenosti pôd veternou eróziou (Letić et al., 2001)

Veterná erózia			Stupeň ohrozenosti pôd veternou eróziou
Intenzita	Postihnutá oblasť		
(t/ha)	(tisíc ha)	(%)	
0,30	137,09	6,37	Veľmi slabo erodovaná pôda (6,37 %)
0,80	37,80	1,76	Slabo erodovaná pôda (7,20 %)
0,90	117,00	5,44	
1,00	257,40	11,96	Erodovaná pôda (84,35 %)
1,10	244,80	11,38	
1,20	356,40	16,57	
1,30	476,27	22,14	
1,40	424,80	19,75	
1,50 do 2,00	54,90	2,55	
2,00	44,84	2,08	Veľmi erodovaná pôda (2,08 %)
Celkove	2.151,30	100,00	

O niečo konkrétnejšie posúdenie intenzity veternej erózie vo Vojvodine bolo vykonané začiatkom sedemdesiatych rokov na jednej lokalite v Deliblatskej piesčine, a to na základe špeciálneho rotačného lapača pôdných častíc (Jevtić, 1973). Potom v roku 1980 v Suboticko-Horgošskej piesčine boli formované dve výskumné centrá na sledovanie procesu veternej erózie na pôdach ľahšieho mechanického zloženia, kde znovu bol využívaný spomenutý rotačný lapač (Letić et al., 2001).

Rotačný lapač pôdných častíc konštruoval Jevtić (1973). Tento prístroj je určený na zachytávanie nánosov prízemných vrstiev vzduchu (do výšky 60 cm), a zložený je zo šiestich rovnakých samostatných pneumatických systémov. Otvory prúdových kanálov majú veľkosť 10 x 10 cm, a sú usporiadané nad sebou „po poschodiach“ vo zvislej čiare. Zachytené častice sa ukladajú v separátoroch nánosov, ktoré sú naplnené vodou. Tento prístroj je rotačný, čo znamená, že výpustné otvory pôsobením vzduchových prúdov sa pomocou kormidla otáčajú smerom proti aktuálnemu smeru vetra.

4.3 Ochranné opatrenia

Vo svojom výskume o príčinách a následkoch veternej erózie na Suboticko-Horgošskej piesčine, Letić et al. (2001) poukazuje na význam a potrebu budovania protieróznych opatrení, ktoré majú za úlohu zachovať prírodné podmienky tohto krehkého ekosystému. Pri zohľadňovaní prírodných podmienok Vojvodiny a známych metód, ktoré sa aplikujú pri ochrane pred agresívnym vetrom, autor v podstate navrhuje tri základné opatrenia proti účinkom veternej erózie:

- a) Zintenzívnenie ochranných funkcií, čo predstavuje obnovu a udržiavanie už existujúcich ochranných pásov. Sú to hlavne pásma, ktoré kvôli nedostatočnému dodržiavaniu stratili svoju kapacitu a nie sú schopné vykonávať svoju funkciu. Je potrebná ich rekonštrukcia, t. j. dosádzanie chýbajúcich drevín alebo celková úprava porastov.
- b) Vysádzanie nových ochranných pásov, vetrolamov. Prieskumy poukázali na to, že v niektorých poľnohospodárskych oblastiach sú erózne procesy mimo kontroly. Je to hlavne kvôli veľmi malej lesnatosti veľkej časti územia Vojvodiny. V súčasnosti je rozpracovaný plán a program na zakladanie lesných plôch vo Vojvodine. Týmto plánom sú projektované aj poľnohospodárske ochranné pásy na celkovej ploche 13.632,54 ha. Celková dĺžka týchto pásov by mala byť 14.467,8 km (Pekeč et al., 2008).

c) Aplikácia protieróznych agrotechnických opatrení, ktoré sa vykonávajú za účelom dosiahnutia vyššieho stupňa ochrany poľnohospodárskej pôdy pred škodlivými účinkami vetra. Tieto opatrenia sa navrhujú ako doplnok ochranných pásov, ktorých aplikovanie nie je potrebné každoročne, ale sú podmienené vznikom obdobia so silnejším výskytom deflačných procesov. Protierózne agrotechnické opatrenia, ktoré sa prejavujú cez špeciálnu protieróznu agrotechniku, aplikáciu organických hnojív a rašeliny, pestovanie viacročných rastlín, mulčovanie ohrozených oblastí a iné, treba zintenzívniť v priebehu roka, kedy sú klimatické podmienky najpriaznivejšie pre rozvoj erózných procesov. Pre aplikovanie týchto opatrení je potrebné sledovať predpoveď výskytu veternoerózných období, a od jej presnosti závisí aj úspešnosť ich aplikácie.

Záver

Erózia pôdy je prirodzený jav prítomný na celom povrchu pôdy, na ktorého intenzitu má priamy vplyv ľudská činnosť, a to ako v negatívnom, tak aj v pozitívnom zmysle.

Výskumy, ktoré sú vykonávané vo Vojvodine, poukazujú na to, že veterná erózia je prítomná na obrábateľnej, zvlášť nechránenej ornej pôde celej vojvodinskej roviny. Je preto nevyhnutné proces veternej erózie zaradiť medzi príslušné faktory degradácie nie len pôdy, ale aj celého agroekosystému vôbec.

Charakteristické pre všetky druhy erózie, a tak aj pre veternú je, že v podmienkach Vojvodiny zriedka vznikajú vo veľkých výmerách, čo znamená, že sa odohrávajú veľmi pomaly, takmer nebadateľne, a na obrábateľných plochách sú vykazované len menšími výnosmi, ktoré sa ľahko pripisujú aj iným faktorom. Avšak pôsobenie veternej erózie je kontinuálne a systematické, s kumulatívnymi efektmi, ktoré sa v drastickej miere prejavujú až po dlhšom časovom období.

Okrem iného, treba mať na zreteli, že sú stále prítomné vzájomné väzby medzi poľnohospodárstvom a intenzitou veternej erózie. Erózne procesy degradujú obrábateľné pôdy, a na druhej strane neprimerané poľnohospodárstvo v najväčšej miere vytvára erodovateľnú pôdu a ovplyvňuje silné procesy veternej erózie.

Regenerovanie erózne ohrozených pôd sa vykonáva kombináciou technických a biotechnických opatrení, ale aj osobitnou formou boja proti erózii, prostredníctvom administratívnych povinností, zákazom a ohraničením práva užívateľov pôdy ľubovoľným spôsobom využívania pôdy. S inými formami boja s eróziou, táto forma je vo Vojvodine uvedená už oddávna, a vykazuje na vynikajúce výsledky. Administratívne protierózne opatrenia sa aplikujú len v tých oblastiach, ktoré boli vyhlásené ako „erózne územia“. To nie je len administratívny termín, ale sú to územia, na ktorých sú procesy erózie vo veľmi nestabilnej rovnováhe a nevhodné využívanie pôdy môže spôsobiť náhle zosilnenie erózných procesov. Je to zložitá práca, ktorá si vyžaduje analytické spracovanie veľkého počtu údajov v určitých oblastiach. Väčšina týchto údajov sa vzťahuje aj na iné vedné odbory (hydrológia, úprava vodných tokov, územného plánovania a iné), a preto je identifikácia erózne ohrozených oblastí práca, ktorá predchádza akémukoľvek strategickému projektu na lokálnej alebo globálnej úrovni. Postup identifikácie erózne ohrozených území, sa s úspechom aplikuje aj na území

Vojvodiny. Žiaľ ešte stále existujú územia, na ktorých identifikácia erózne ohrozených území nie je vykonaná.

*

* *

Keď sa človek vyskytne tvárou otočený smerom k oblaku pohybujúceho sa piesku, ktorý zdvihol vietor, zvyčajne zavrie oči a otočí hlavu na druhú stranu. Treba však mať vždy na vedomí, že sa práve vtedy odohrávajú silné procesy veternej erózie, a že je to problém pred ktorým sa nesmú zatvárať oči a otáčať hlava, ale pokúsiť sa ten nepokojný vietor zvládnuť.

Zoznam použitej literatúry

1. ANTAL, J. 1987. *Ochrana pôdy a lesotechnické meliorácie 2*. 2. vyd. Nitra : VŠP, 1987. 297 s. ISBN 85-725-87.
2. ANTAL, J. 1989. *Polnohospodárske meliorácie*. Bratislava : Príroda, 1989. 470 s. ISBN 80-07-00011-9.
3. ANTAL, J. 1990. *Ochrana a zúrodňovanie pôdy*. Nitra : VŠP, 1990. 236 s. ISBN 80-85175-57-6.
4. ANTAL, J. 2005. *Protierózna ochrana pôdy*. Nitra : SPU, 2005. 79 s. ISBN 80-8069-572-5.
5. CHEPIL, W. S. – WOODRUFF, N. P. 1954. Estimations of wind erodibility of field surfaces. In *Soil and water conservation*, roč. 9, 1954, č. 6, s. 257-265.
6. CHEPIL, W. S. 1946. Dynamics of Wind Erosion: IV. the Translocating and Abrasive Action of the Wind. In *Soil Science*. USA : b. v., 1946, roč. 61, č. 2, s. 167-178.
7. ĆIRIĆ, M. 1986. *Pedologija*. 2. vyd. Sarajevo : Svjetlost, 1986. 311 s. ISBN 86-01-00229-3.
8. DOŽIĆ, S. 1994. Uticaj poljozaštitnih pojaseva na neke elemente meteoroloških pokazatelja i prinose kultura u okolini Beograda. In *Savetovanje – Navodnjavanje i odvodnjavanje u Srbiji*. Sviljanac : JDON, 1994, s. 279-281.
9. DUMBROVSKÝ, M. et al. 1995. *Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexných pozemkových úprav*. Praha : VÚMOP, 1995. 55 s.
10. *Ekovaroš – jedanaesti bilten ekološkog udruženja za čistiju varoš 2007* [online] Novi Bečej : Ekološko udruženje „Za čistiju varoš“, aktualizované 2007. [cit. 2011-05-12]. Dostupné na: <<http://ekovaros.rs/upload/bilten/11.pdf>>.
11. FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra : SPU, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
12. FREVERT K. R. et al. 1955. *Soil and water conservation engineering*. New York : John Wiley and sons, 1955. 479 s.
13. GAVRILOVIĆ, S. 1972. *Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji*. Beograd : Izgradnja, 1972. 292 s.
14. GAVRILOVIĆ, Z. et al. 2001. Identifikacija erozionih područja. In *Upravljanje vodnim resursima Srbije 01*. Beograd : Institut „Jaroslav Černi“, 2001. s. 191-208. ISBN 86-80581-27-5.

-
15. GLIGOROV, V. et al. 2010. Poljoprivreda. In *Konkurentnost privrede Vojvodine*. Budisava : Krimel, 2010, s. 107-130.
 16. GOSTOVIĆ, M. 1989. *Uređenje seoske teritorije*. Beograd : Gradjevinski fakultet, 1989. 248 s.
 17. HADŽIĆ, V. et al. 2005. Geološka osnova zemljišnog pokrivača Vojvodine. In *Ekonomika poljoprivrede*, roč. 52, 2005, č. 4, s. 428-438. ISSN 0352-3462.
 18. HLUŠIČKOVÁ, J. – LHOTSKÝ, J. 1994. *Ochrana půdní struktury před technogenní degradací*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1994. 40 s. ISSN 0231-8470.
 19. HUDSON, N. W 1995. *Soil conservation*. 2. vyd. London : B. T. Batsford, 1973. 391 s. ISBN 0-7134-7353-3.
 20. ILAVSKÁ, B. et al. 2000. Informačný systém o pôde a jeho využitie pri hodnotení a ochrane poľnohospodárskeho pôdneho fondu. In *Zborník prednášok : VI zjazd Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV*. Bratislava : VÚPOP, 2000. s. 41-47. ISBN 80-85361-78-7.
 21. JANEČEK, M. 2002. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha : ISV, 2002. 201 s. ISBN 85866-85-8.
 22. JEVTIĆ, LJ. 1973. *Mogućnost određivanja srednjogodišnjeg intenziteta eolske erozije putem mernih instrumenata* : dizertačná práca. Beograd : Šumarski fakultet, 1973. 127 s.
 23. JURÁNI, B. 2000. Pôdy v poľnohospodárskej výrobe. In *Pedofórum 2000*. Bratislava : VÚPÚ, 2000. ISBN 80-85361-80-9.
 24. KADOVIĆ, R. 1999. *Protiverozioni agroekosistemi: konzervacija zemljišta*. Beograd : Šumarski fakultet, 1999. 454 s.
 25. KASTORI, R. 1995. *Zaštita agroekosistema*. Novi Sad : Feljton, 1995. 337 s.
 26. KATIĆ, V. et al. 2008. *Atlas vetrova AP Vojvodine* : výskumná správa. Novi Sad : Fakultet tehničkih nauka, 2008. 68 s.
 27. KOHNKE, H. – BERTRAND, A. R. 1972. *Konzervacija tla*. Sarajevo : Svjetlost, 1972. 271 s. ISBN 953-175-215-X.
 28. KOVÁČ, K. 2010. *Minimalizačné a pôdochranné technológie*. Nitra : Agoinštitút Nitra, 2010. 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5.
 29. LALIĆ, B. – MIHAILOVIĆ, D. T. – MALINOVIĆ, S. 2004. Ekstremne temperature vazduha u Vojvodini u periodu 1948-2003. In *Tematski zbornik : III*
-

-
- Medjunarodna Eko-konferencija 2004* [online] Novi Sad : b. v., 2004 [cit. 2011-05-10]. s. 49-55. Dostupné na: <<http://cmep-serbia.df.pmf.uns.ac.rs/agrmet/papers/Ekstremne%20temperature.pdf>>. ISBN 86-83177-21-1.
30. LÁTEČKA, M. – MUCHOVÁ, Z. 2005. *Pozemkové úpravy a cesty*. Nitra : SPU, 2005. 199 s. ISBN 80-8069-561-X.
31. LETIĆ, LJ. et al. 2001. *Nemirni pesak*. Subotica : JP „Palić-Ludaš“, 2001. 160 s. ISBN 86-83201-05-8.
32. LJEŠEVIĆ, M. et al. 1994. *Metodologija vrednovanja prirodnih uslova u funkciji poljoprivredne proizvodnje*. Beograd : b. v., 1994. 155 s.
33. LJUJIĆ, R. – DOŽIĆ, S. 2006. *Šumske melioracije*. Beograd : Šumarski fakultet, 2006. 415 s.
34. MALENOVÁ, P. – TOMAN, F. 2005. Stanovení stupně ohrožení půdy erozí způsobené táním sněhu. In *Enviro Nitra 2005* [Zborník na CD-ROM]. Nitra : SPU, 2005. s. 140-145. ISBN 80-8069-630-6.
35. MARKOVIĆ, J. – TATALOVIĆ, I. 1995. Značaj i uloga vanšumskog zelenila na prostorima Vojvodine. In *Eko-konferencija '95*. Novi Sad : Ekološki pokret grada Novog Sada, 1995, s. 305-314. ISBN 86-83172-22-X-.
36. OLDEMAN, L. R. – HAKKELING, R. T. A. – SOMBROEK, W. G. 1990. *World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note* [online]. Wageningen : International Soil Reference and Information Centre [cit. 2011-04-15]. Dostupné na: <<http://www.isric.org/isric/webdocs/Docs/ExplanNote.pdf>>. ISBN 90-6672-046-8.
37. PASÁK, V. 1967. *Faktory ovlivňující větrnou erozi půdy : vedecká práca*. Praha : VÚMOP, 1967, č. 9, s. 143-149.
38. PEKEČ, S. et al. 2008. Plan i program osnivanja šumskih pojaseva u Vojvodini. In *Topola*. Novi Sad : Poljoprivredni fakultet, 2008, s. 61-70. ISSN 0563-9034.
39. RADIĆ, N. 2003. Klimatsko rejoniranje u radovima Tomislava Rakićevića. In *Globus*, roč. 34, 2003, č. 28, s. 199-204. ISSN 0351-0050.
40. SAVIĆ, R. – SALVAI, A. – BELIĆ, S. 1997. Padavine – trajno smanjenje ili ciklične promene?. In *Eko konferencija '97*. Novi Sad : Ekološki pokret grada Novog Sada, 1997, s. 175-180. ISBN 86-83171-20-1.
41. STOJANVIĆ, V. 1984. Olujni vetar u Vojvodini. In *Vode vojvodine*. Novi Sad : Prometej, 1984, č. 12, s. 437-455. ISBN 978-86-7520-170-0.
-

-
42. STREĎANSKÁ, A. 1999. *Využitie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek a oceňovanie pôdy*. Nitra : SPU, 1999. 142 s. ISBN 80-7137-630-2.
43. STREĎANSKÝ, J. 1993a. *Veterná erózia pôdy – ochranný účinok poľnohospodárskych plodín voči účinkom veternej erózie*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993. 34 s. ISSN 0231-9470.
44. STREĎANSKÝ, J. 1993b. *Veterná erózia pôdy*. Nitra : VŠP, 1993. 68 s. ISBN 80-7137-094-0.
45. STREĎANSKÝ, J. 2000. Možnosti eliminácie účinkov veternej erózie. In *Enviro Nitra 2000*. Nitra : Kongresové centrum Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, 2000. s. 211-213.
46. *Upoznajte Vojvodinu*. 2009 [online] Novi Sad : Vlada Autonomne Pokrajine Vojvodine, aktualizované 2009. [cit. 2011-05-10]. Dostupné na: <http://www.vojvodina.gov.rs/index.php?option=com_content&task=view&id=100&Itemid=68>.
47. VLATKOVIĆ, S. 1989. Proces i zagađenja i degradacije zemljišta Vojvodine. In *VIII susret bujičara Jugoslavije*. Novi Sad : b. v., 1989, s. 33-49.
48. ZACHAR, D. 1970. *Erózia pôdy*. 2. vyd. Bratislava : Príroda, 1970. 528 s.